

## Příloha 7: Posudek oponenta habilitační práce

### Masarykova univerzita

**Fakulta** Přírodovědecká fakulta  
**Habilitační obor** Teoretická fyzika a astrofyzika

**Uchazeč** RNDr. Michal Varady, Ph.D.  
**Pracoviště** Přírodovědecká fakulta, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně  
**Habilitační práce** Studium slunečních erupcí. Modely a pozorování.

**Oponent** doc. RNDr. Elena Dzifčáková, CSc.  
**Pracoviště** Astronomický ústav AV ČR Ondřejov

### Text posudku (rozsah dle zvážení oponenta)

Habilitační práce dr. Varadyho pozostáva zo súboru 14 pôvodných vedeckých prác a úvodu k prácam. Všetky práce boli publikované v rokoch 1998-2014 v karentovaných časopisoch a dr. Varady ich pripravil v spolupráci s rôznymi autormi, pričom v siedmych z nich je prvý autor.

Problematikou slnečných erupcií sa autor zoberá už od konca 90-tych rokov a systematické štúdie v tejto oblasti ho priviedli k získaniu vedeckej hodnosti PhD. Jeho pôvodné vedecké práce mali odozvu doma i v zahraničí a viedli k bohatej spoluúčasti na domácich a medzinárodných projektoch zameraných na výskum slnečných erupcií.

Predložený súbor prác tvorí ucelený tématický okruh zaoberajúci sa fyzikou slnečných erupcií z dvoch rozličných a komplementárnych uhlov pohľadu, z hľadiska modelovania a z hľadiska interpretácie pozorovaní. Pomerne značné teoretické úsilie bolo venované modelovaniu erupčných procesov. V tejto súvislosti boli pomocou hydrodynamiky a non-LTE prenosu žiarenia detailne modelované časovo závislé profily chromosférických, opticky hrubých spektrálnych čiar s veľkým diagnostickým potenciálom. Jednorozmerný kód HYDRAT, ktorého spoluautorom je aj dr. Varady, umožňuje zahrnúť ohrev elektrónovými aj neutrálnymi zväzkami urýchlených častíc do modelu erupčnej slučky a vypočítať odozvu vo vodíkových čiarach. Okrem erupčných profilov spektrálnych čiar sa podarilo namodelovať aj erupčné ďaleké infračervené a rádiové kontinuum. Takáto predpoveď je vysoko aktuálna a je dôležitá pre pozorovania Slnka novými prístrojmi v tejto, doteraz takmer nepozorovanej a neznámej vlnovej oblasti (DESIR na družici SMESE, ESO-ALMA).

Kód HYDRAT tiež umožňuje skúmať účinky spätného prúdu na šírenie a termalizáciu elektrónových zväzkov. Podarilo sa ukázať, že ak sa do výpočtu účinkov spätného prúdu zahrnú zrážky a kolektívne javy v plazme, tak výsledná distribučná funkcia elektrónov sa výrazne líši od Maxwellovej distribúcie a že ohmická aproximácia spätného prúdu môže viesť k výraznému preceneniu jeho vplyvu na termalizáciu elektrónového zväzku. Získané poznatky boli použité na výpočet hĺbky energetického depozitu zväzku urýchlených častíc v rôznych priblíženiach, ktoré ukázali, že realistickejší model účinkov spätného prúdu so zahrnutím zrážok a kolektívnych javov vedie k posunutiu depozitu energie zväzku urýchlených častíc do väčších hĺbok atmosféry. Vypočítaný energetický depozit bol použitý na výpočet profilov a príspevkových funkcií čiary  $H\alpha$  pri ohreve atmosféry elektrónovým zväzkom počas erupcie.

Významný príspevok k riešeniu fyzikálnych problémov klasického modelu erupcií tvorí jeho modifikácia započítaním vplyvu statických elektrických polí a stochastických polí v oblasti hrubého terča. Simulácie ukázali, že po ich započítaní energetický depozit môže

vzrásť až o jeden rád a jeho maximum sa pre najvyššie toky posúva o 750 km smerom k fotosfére do výšky asi 600 km, čo je v súlade s poslednými meraniami hĺbok RTG a viditeľného žiarenia v chromosfére v bielych erupciách.

Druhá časť prác sa zaoberá pozorovaním a diagnostikou fyzikálnych parametrov erupčnej plazmy. Analýza spektroskopických dát z CDS pozorovania erupčných slučiek umožnila určiť ich teplotný a hustotný profil spolu s ich časovým vývojom a odhadom času ich chladnutia. Dôležitým výsledkom bolo tiež určenie tzv. filling faktoru pre študované štruktúry, z ktorého je možné odvodiť, že pozorovaná arkáda poerupčných slučiek mala výraznú filamentárnu štruktúru, ktorú nebolo možné rozlíšiť použitým prístrojom. Skúmanie observačných indícií magnetickej rekonexie viedlo k detailnému popisu špúšťacích mechanizmov pre dve pozorované erupcie, kde sa ukázalo, že magnetická rekonexia prebieha v bezprostrednej blízkosti chladnej plazmy erupzívnej protuberancie a tesne pod horúcou plazmou pozorovanou v RTG oblasti.

Dr. Varady je vďaka svojej odbornej aktivite uznávaným odborníkom vo svojom obore, o čom svedčí aj jeho publikačná aktivita. Jeho práce sú prínosom k rozvoju fyziky slnečných erupcií. Významne sa podieľal na vývoji kódu HYDRAT, ktorý umožňuje modelovanie plazmy v slnečných erupciách a je dôležitým nástrojom pre pochopenie procesov interakcie zväzkov urýchlených elektrónov s okolitou plazmou.

### **Dotazy oponenta k obhajobě habilitační práce (počet dotazů dle zvážení oponenta)**

1. Podľa Vášho názoru, aké druhy modifikácie klasického modelu slnečnej erupcie okrem prítomnosti statického a stochastického elektrického poľa by mohli viesť k predpovedi veľkej hĺbke maxima energetického depozitu, ktorá sa pozoruje počas erupcií?

2. Dokáže kód HYDRAT modelovať aj emisiu koronálnych zdrojov tvrdého RTG žiarenia?

3. Plánujete v budúcnosti rozšíriť kód aj na modelovanie emisie v spektrálnych čiarach EUV oblasti, ktoré patria iónom v prechodovej oblasti a v koróne?

### **Závěr**

Habilitační práce Michala Varadyho „Studium slunečních erupcí. Modely a pozorování.“ **splňuje** požadavky standardně kladené na habilitační práce v oboru Teoretická fyzika a astrofyzika.

Ondřejov, dne 29. 1. 2015

Elena Dzifčáková (podpis)